

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

550019

(43) 国際公開日
2004年10月14日 (14.10.2004)

PCT

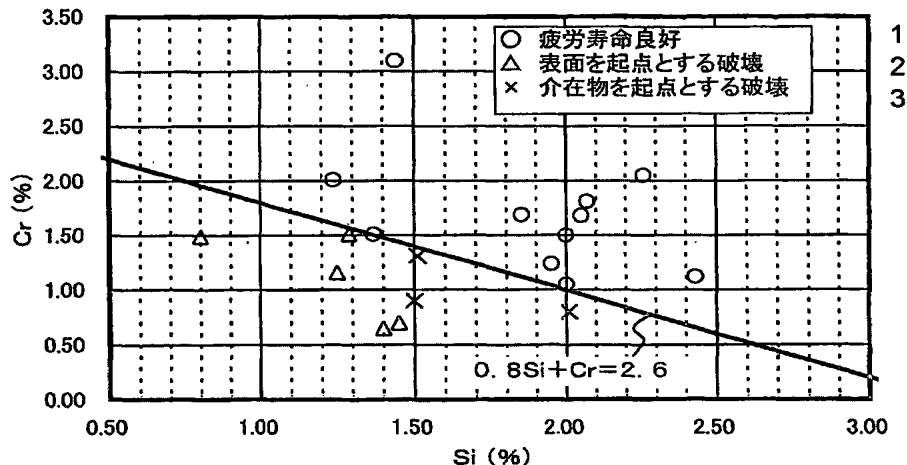
(10) 国際公開番号
WO 2004/087977 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C22C 38/00, 38/34, 38/46 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004181 (75) 発明者/出願人(米国についてののみ): 須田 澄恵 (SUDA, Sumie) [JP/JP]; 〒6570863 兵庫県神戸市灘区灘浜東町2番 株式会社神戸製鋼所神戸製鉄所内 Hyogo (JP). 茨木 信彦 (IBARAKI, Nobuhiko) [JP/JP]; 〒6570863 兵庫県神戸市灘区灘浜東町2番 株式会社神戸製鋼所神戸製鉄所内 Hyogo (JP).
(22) 国際出願日: 2004年3月25日 (25.03.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2003-092599 2003年3月28日 (28.03.2003) JP (74) 代理人: 小谷 悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号 ニチメンビル2階 Osaka (JP).
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜町2丁目10番26号 Hyogo (JP). (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

[続葉有]

(54) Title: STEEL FOR SPRING BEING EXCELLENT IN RESISTANCE TO SETTING AND FATIGUE CHARACTERISTICS

(54) 発明の名称: 耐へたり性及び疲労特性に優れたばね用鋼



- 1...GOOD FATIGUE LIFE
2...FRACTURE OCCURRING FROM SURFACE
3...FRACTURE OCCURRING FROM INCLUSION

(57) Abstract: A steel for a spring which has a chemical composition, in mass %: C: 0.5 to 0.8 %, Si: 1.2 to 2.5 %, Mn: 0.2 to 1.5 %, Cr: 1.0 to 4.0 %, V: 0.5 % or less (including 0 %), P: 0.02 % or less (excluding 0 %), S: 0.02 % or less (excluding 0 %), Al: 0.05 % or less (excluding 0 %), and the balance: Fe and inevitable impurities, with the proviso that the above Si content and Cr content further satisfy the following formula (1): $0.8 \times [\text{Si}] + [\text{Cr}] \geq 2.6$ --- (1) wherein [Si] and [Cr] represent a Si content (mass %) and a Cr content (mass %), respectively. The steel for a spring can be suitably used for improving both of the resistance to setting and fatigue characteristics

(57) 要約: 本発明のばね用鋼は、C: 0.5~0.8% (質量%の意、以下同じ)、Si: 1.2~2.5%、Mn: 0.2~1.5%、Cr: 1.0~

[続葉有]

WO 2004/087977 A1



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

4. 0%、V : 0. 5%以下 (0%を含む)、P : 0. 02%以下 (0%を含まない)、S : 0. 02%以下 (0%を含まない)、Al : 0. 05%以下 (0%を含まない) を含有し、残部はFe及び不可避免の不純物からなり、前記Si含有量及びCr含有量はさらに下記式(1)を満足するところに特徴を有する。 $0.8 \times [Si] + [Cr] \geq 2.6 \dots (1)$ (式中、[Si]、[Cr]はそれぞれSi含有量(質量%)及びCr含有量(質量%)を示す) このばね用鋼は、ばねの耐へたり性と疲労特性の両方を向上するのに有用である。

明 細 書

耐へたり性及び疲労特性に優れたばね用鋼

技術分野

本発明はばね（例えば、機械の復元機構に使用するばね）を製造するのに有用な耐へたり性及び疲労特性に優れたばね用鋼に関するものである。

背景技術

自動車エンジンの弁ばね、サスペンションの懸架ばね、クラッチばね、ブレーキばねなどは、近年の自動車の軽量化や高出力化に伴い、高応力に耐えられるような設計が求められている。すなわちばねの負荷応力の増大に伴い、疲労特性及び耐へたり性に優れたばねが求められている。

耐へたり性は、ばね素材を高強度化すれば向上することが知られている。例えば高Si化して高強度化すれば耐へたり性が向上するため、通常、0.8～2.5%程度の範囲で使用されている（特許第2898472号公報、特開2000-169937号公報など）。またばね素材を高強度化すれば疲労限の点からは、疲労特性の向上が期待される。ところがばね素材を高強度化すると、欠陥感受性が高くなり易く、却って疲労寿命が低下する場合があります、またコイリング時の折損がおこりやすくなる。従って耐へたり性と疲労特性の両方を向上させるのは困難である。

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、耐へたり性と、疲労特性の両方を向上し得るばねを製造するのに有用な鋼を提供することにある。

発明の開示

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意研究を重ねる過程において、C r の意外な作用を見出した。すなわち C r は焼入性の向上及び焼戻し軟化抵抗の向上に有効な元素であるため、S i と同様に、耐へたり性向上及び疲労限の向上に有効であることは知られているものの、C r を多く使用しても疲労寿命は向上せず、むしろ靱性及び延性を下げるため、C r の使用量は実質的には約 1 % 程度に抑えられていた（上記特許文献 1 及び 2 の実施例参照）。ところが、本発明者らは C r には欠陥感受性を低下させることなく、疲労強度および耐へたり性を向上できる作用があることを新たに発見した。より詳細に説明すると、従来、ばねは、鋼材（線材）を、例えば、伸線、オイルテンパー、コイルリング、ショットピーニング、セッチングなどの順で処理することによって製造されており、特にショットピーニングは表面に圧縮残留応力を付与して疲労寿命を高める点で重要である。ところが鋼材中の C r 含有量を大きくすると、オイルテンパー処理の際に粒界が酸化されてしまい、この粒界酸化層はショットピーニングの際の圧縮残留応力の付与量を少なくしてしまうため、結果として疲労寿命が向上していなかったのである。本発明者らは、オイルテンパー処理の際の粒界酸化を抑制できれば、C r が潜在的に有している欠陥感受性低下作用を有効に利用でき、欠陥存在時の疲労寿命低下を抑制できることを見出した。

加えて本発明者らは、さらなる研究開発を進めた。すなわち C r を所定量以上含有する鋼線の粒界酸化層を低減すれば疲労寿命の向上が認められるものの、さらなる改善の余地が残されていたのである。そして鋼材の S i ・ C r バランスを適正化すれば、疲労特性がさらに改善されることを見出し、本発明を完成した。

すなわち、本発明に係る耐へたり性及び疲労特性に優れるばね用

鋼は、C：0.5～0.8%（質量%の意、以下同じ）、Si：1.2～2.5%、Mn：0.2～1.5%、Cr：1.0～4.0%、V：0.5%以下（0%を含む）、P：0.02%以下（0%を含まない）、S：0.02%以下（0%を含まない）、Al：0.05%以下（0%を含まない）を含有し、残部はFe及び不可避免の不純物からなり、しかも前記Si含有量及びCr含有量はさらに下記式（1）を満足している点に要旨を有するものである。

$$0.8 \times [\text{Si}] + [\text{Cr}] \geq 2.6 \quad \cdots (1)$$

（式中、[Si]、[Cr]はそれぞれSi含有量（質量%）及びCr含有量（質量%）を示す）

なお前記「ばね用鋼」とは、正確には、熱間圧延などによって得られるwire rodを意味する。本発明のばね用鋼は、特にMn：0.5%以上、Cr：1.3%以上とすることが推奨される。上記ばね用鋼は、さらにNi：0.5%以下（0%を含まない）及び／又はMo：0.4%以下（0%を含まない）を含有していてもよい。

図面の簡単な説明

図1は実施例の鋼のSi・Cr量と、疲労特性との関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

本発明の鋼は、C、Si、Mn、Cr、V、P、S、及びAlを所定量含有するものであり、残部はFe及び不可避免の不純物である。以下、各成分の量及びその限定理由を説明する。

C：0.5～0.8%（質量%の意、以下同じ）

Cは高応力が負荷されるばねに十分な強度を確保するために添加される元素であり、通常は0.5%程度以上、好ましくは0.52

%以上、さらに好ましくは0.54%程度以上、特に0.6%程度以上添加する。しかし多すぎると韌延性が悪くなり、ばね用鋼をばねに加工する時や得られたばねの使用中に、表面疵や内部欠陥を起点として割れが発生し易くなるため、通常は0.8%程度以下、好ましくは0.75%程度以下、さらに好ましくは0.7%程度以下とする。

Si : 1.2 ~ 2.5 %

Siは製鋼時の脱酸剤として必要な元素であり、軟化抵抗を高めて耐へたり性を向上させるのにも有用である。こうした効果を有効に発揮させるため、通常は1.2%程度以上、好ましくは1.4%程度以上、さらに好ましくは1.6%程度以上添加する。しかし多すぎると、韌延性が悪くなるばかりでなく疵が増加したり、熱処理の際に表面の脱炭が進行し易くなったり、また粒界酸化層が深くなり易く疲労寿命を短くし易くなる。Siは、通常は2.5%程度以下、好ましくは2.3%程度以下、さらに好ましくは2.2%程度以下とする。

Mn : 0.2 ~ 1.5 %

Mnも製鋼時の脱酸に有効な元素であり、また焼入性を高めて強度向上に寄与する元素である。この効果を有効に発揮させるため、通常は0.2%程度以上、好ましくは0.3%以上、さらに好ましくは0.4%以上、特に0.5%程度以上（例えば、0.6%程度以上、好ましくは0.65%程度以上）添加する。しかし、本発明の鋼は、熱間圧延した後、必要に応じてパテンティング処理し、次いで伸線、オイルテンパー、コイルリングなどしてばねにするため、Mnが多すぎると、前記熱間圧延時やパテンティング処理時にベイナイト等の過冷組織が生成し易くなり、伸線性が低下し易くなるため、上限は通常は1.5%程度、好ましくは1.2%程度、さらに

好ましくは 1 % 程度とする。

C r : 1 . 0 ~ 4 . 0 %

C r は耐へたり性の向上作用及び欠陥感受性低下作用を有しており、本発明にとって極めて重要な元素である。なお C r は粒界酸化層を厚くして疲労寿命を低下させる作用も有しているものの、この点はオイルテンパー時の雰囲気を制御して粒界酸化層を薄くすることが可能であるため、本発明ではかかる不具合は解消できる。従って C r は多い程望ましく、例えば、1 . 0 % 以上、好ましくは 1 . 0 3 % 以上、さらに好ましくは 1 . 2 % 以上、特に 1 . 3 % 以上である。また C r を多くすると、表面硬化処理（例えば、窒化処理）した後の耐へたり性をも向上できる。表面硬化処理後の耐へたり性をも向上させる場合には、C r 量を 1 . 3 % 以上、好ましくは 1 . 4 % 以上、さらに好ましくは 1 . 5 % 以上とすることが推奨される。なお C r が過剰になると、伸線の際のパテンティング時間が長くなりすぎ、また靱性や延性も低下するため、4 . 0 % 以下、好ましくは 3 . 5 % 以下、さらに好ましくは 3 % 以下、特に 2 . 6 % 以下とする。

V : 0 . 5 % 以下（0 % を含む）

V は添加しない場合（0 %）もあるが、本発明の鋼を伸線した後でオイルテンパー処理する時に結晶粒を微細化する作用があり、靱・延性を向上させるのに有用であり、また前記オイルテンパー処理の時や、コイリング（ばね成形）後の歪取り焼鈍時などに、2 次析出硬化を起こして高強度化にも寄与するため、例えば、0 . 0 1 % 程度以上、好ましくは 0 . 0 5 % 程度以上、さらに好ましくは 0 . 1 % 程度以上添加する場合もある。しかし、過剰に添加するとオイルテンパー処理するまでの段階でマルテンサイト組織やベイナイト組織が生成してしまい、伸線加工性が低下し易くなるため、添加す

る場合（０％超）であっても、０．５％程度以下、好ましくは０．４％程度以下、さらに好ましくは０．３％程度以下とする。

P : ０．０２％以下（０％を含まない）

S : ０．０２％以下（０％を含まない）

P 及び S は、共に鋼の靱性及び延性を低下させる不純物元素であり、伸線工程での断線を防止するために極力抑制するのが望ましい。P 量及び S 量は、好ましくは０．０１５％以下、さらに好ましくは０．０１３％以下程度である。P 量及び S 量の上限は、異なって設定してもよい。

A 1 : ０．０５％以下（０％を含まない）

A 1 は、例えば他の元素（例えば S i）で脱酸する場合や真空溶製する場合には必要ではないが、A 1 脱酸する場合には有用である。しかし A 1 は、 $A 1_2O_3$ などの酸化物を生成し、伸線時の断線の原因となり、また破壊の起点となればねの疲労特性を低下させる原因となるため、極力低減するのが望ましい。A 1 量は、好ましくは０．０３％以下、さらに好ましくは０．０１％以下、特に０．００５％以下程度である。

また本発明では、上記元素の他、さらに N i、M oなどを単独で又は組み合わせて添加してもよい。以下、これら選択元素の量及び添加理由について説明する。

N i : ０．５％以下（０％を含まない）

N i は焼入性を高め、低温脆化を防止するのに有用な元素である。N i 量は、好ましくは０．０５％程度以上、好ましくは０．１％程度以上、さらに好ましくは０．１５％程度以上である。しかし多すぎると、熱間圧延によって鋼材を製造する際に、ベイナイト組織又はマルテンサイト組織が生成し、靱性・延性が低下し易くなるため、０．５％程度以下、好ましくは０．４％程度以下、さらに好ま

しくは0.3%程度以下とする。

Mo: 0.4%以下(0%を含まない)

Moは、軟化抵抗を向上させると共に、析出硬化を発揮するために低温焼鈍した後で耐力を上昇させる点でも有用である。Mo量は、好ましくは0.05%以上、さらに好ましくは0.1%以上である。しかし過剰に添加すると、本発明の鋼材をオイルテンパー処理するまでの段階でマルテンサイト組織やベイナイト組織が生成し、伸線加工性が悪くなるため、0.4%以下、好ましくは0.35%以下、さらに好ましくは0.30%以下とする。

そして本発明の鋼では、各成分が上記範囲で制御されているのみならず、Si・Crバランスが適正に制御されており、具体的には下記式(1)、好ましくは下記式(2)を満足するようにSi・Crバランスを制御している。

$$0.8 \times [\text{Si}] + [\text{Cr}] \geq 2.6 \quad \cdots (1)$$

$$0.8 \times [\text{Si}] + [\text{Cr}] \geq 3.0 \quad \cdots (2)$$

(式中、[Si]、[Cr]はそれぞれSi含有量(質量%)及びCr含有量(質量%)を示す)

Si・Crバランスを適正に制御することによって、ばねとしたときの欠陥感受性を確実に改善し、疲労寿命をさらに向上させることができる。

本発明の鋼は、例えば、鋼片、鋳片、又はこれらを熱間圧延することによって得られる線材として取得できる。そして、本発明の鋼は、例えば、以下のようにしてばねとすることができる。

すなわち前記線材を伸線し、焼入れ・焼戻し処理(オイルテンパー処理など)して鋼線とした後、ばね成形することによってばねが得られる。なお前記焼入れ・焼戻し処理は、水蒸気を含むガス雰囲気下で行うことが推奨される。水蒸気を含むガス中で焼入れ・焼戻

し処理すると、鋼線表面の酸化被膜を緻密化でき、粒界酸化層を薄くできるため、C r 添加による不具合を回避できる。

なお伸線前には、通常、軟化焼鈍、皮削り、鉛パテンティング処理などを行う。またばね成形後は、通常、歪取焼鈍、ダブルショットピーニング、低温焼鈍、冷間セッチングなどを行う。

本発明の鋼によれば、S i 及びC r が所定量以上添加されており、しかもS i ・C r バランスが適切に設定されているために、ばねとしたときの耐へたり性を向上でき、しかも疲労特性も確実に向上できる。

実施例

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

実験例 1 ～ 19

下記表 1 に示す化学成分の鋼を溶製し、熱間圧延することにより直径 8 . 0 m m の鋼線材を作製した。

上記鋼線材をばね用途に使用したときの特性を調べるため、下記試験を行った。

[疲労特性]

上記鋼線材を軟化焼鈍、皮削り、鉛パテンティング処理（加熱温度：950℃、鉛炉温度：620℃）、伸線処理を行った後、オイルテンパー処理（加熱温度：960℃、焼入油温度：70℃、焼戻温度：450℃、焼戻し後の冷却条件：空冷、炉雰囲気：10体積% H₂O + 90体積% N₂）を行い、直径 4 . 0 m m のオイルテンパ

一線を製造した。

得られたオイルテンパー線を、歪み取り焼鈍に相当する 400°C \times 20分のテンパー処理し、ダブルショットピーニング、低温焼鈍（ $220^{\circ}\text{C} \times 20$ 分）を行った。この低温焼鈍後の鋼線を島津製作所製TYPE 4中村式回転曲げ疲労試験機にセットし、回転速度： 4000rpm 、サンプル長： 600mm 、公称応力： 826MPa の条件下で回転曲げ疲労試験を行い、破断するまでの寿命（回転数）と破断面箇所を調べた。なお破断しない場合には、回転数： 2×10^7 回で試験を中止した。

〔耐へたり性〕

上記疲労特性の際に製造したオイルテンパー線をばね成形（コイルの平均径： 28.0mm 、巻数： 6.5 、有効巻数： 4.5 ）、歪取焼鈍（ $400^{\circ}\text{C} \times 20$ 分）、座研磨、ダブルショットピーニング、低温焼鈍（ $230^{\circ}\text{C} \times 20$ 分）、冷間セッチングを行い、ばね（ばね定数： 2.6kgf/mm ）とした。またショットピーニング前に窒化処理（温度 $450^{\circ}\text{C} \times 3$ 時間）する以外は、前記と同様にしたばねも作成した。

窒化処理しなかったばね、及び窒化処理したばねの両方の残留せん断歪みを以下のようにして測定した。すなわち 1372MPa の応力下で48時間に亘って継続してばねを締め付けた後（温度： 120°C ）、応力を除去し、試験前後のへたり量を測定し、残留せん断歪みを算出した。

またJIS G0551に準拠して旧オーステナイト粒の結晶粒度番号も調べた。結果を表1及び図1に示す。なお図1中、○は実験例1～11に対応し、△は実験例12～13、15～16及び19に対応し、×は実験例14、及び17～18に対応する。

表1

実験例	化学成分(質量%)※										結晶 粒度 番号	計算値 0.8Si+Cr	疲労寿命 (×10 ⁶ 回)	破壊の起点	残留 せん断歪み (%)	窒化後の 残留 せん断歪み (%)
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	V	Mo	Al						
1	0.75	2.00	0.75	0.010	0.009	0.00	1.50	0.21	0.00	0.003	10.5	3.1	20	—	0.041	0.038
2	0.60	1.95	0.69	0.008	0.007	0.00	1.24	0.32	0.00	0.002	10.5	2.8	20	—	0.037	0.051
3	0.59	1.44	0.68	0.008	0.011	0.00	3.10	0.18	0.00	0.002	11.0	4.3	20	—	0.029	0.030
4	0.53	2.07	1.22	0.005	0.006	0.00	1.81	0.11	0.00	0.002	11.0	3.5	20	—	0.045	0.039
5	0.72	1.85	0.85	0.006	0.011	0.18	1.69	0.24	0.00	0.003	10.5	3.2	20	—	0.025	0.033
6	0.52	2.26	0.94	0.008	0.005	0.00	2.05	0.23	0.28	0.035	10.0	3.9	20	—	0.038	0.029
7	0.61	2.00	0.85	0.013	0.005	0.25	1.05	0.11	0.00	0.001	10.5	2.7	20	—	0.047	0.059
8	0.78	1.24	0.67	0.007	0.008	0.00	2.01	0.16	0.00	0.003	11.0	3.0	20	—	0.033	0.041
9	0.63	2.43	0.71	0.009	0.007	0.43	1.12	0.12	0.00	0.003	10.5	3.1	20	—	0.041	0.063
10	0.61	2.05	0.32	0.008	0.010	0.00	1.68	0.27	0.00	0.002	12.0	3.3	20	—	0.029	0.031
11	0.68	1.37	0.47	0.015	0.012	0.00	1.51	0.17	0.00	0.003	11.5	2.6	20	—	0.039	0.041
12	0.55	1.45	0.70	0.010	0.009	0.00	0.70	0.00	0.00	0.003	9.5	1.9	5.0	表面	0.075	0.079
13	0.63	1.40	0.60	0.007	0.012	0.00	0.65	0.11	0.00	0.003	10.0	1.8	7.8	表面	0.064	0.081
14	0.60	1.50	0.70	0.011	0.010	0.25	0.90	0.06	0.00	0.041	10.0	2.1	7.0	酸化物系介在物	0.065	0.075
15	0.59	1.29	0.75	0.008	0.014	0.00	1.51	0.00	0.09	0.002	10.5	2.5	10.3	表面	0.059	0.059
16	0.72	0.80	0.78	0.006	0.009	0.00	1.49	0.05	0.15	0.002	11.0	2.1	4.3	表面	0.084	0.081
17	0.65	2.01	0.90	0.005	0.005	0.00	0.80	0.15	0.00	0.001	10.0	2.4	1.7	酸化物系介在物	0.049	0.055
18	0.59	1.51	0.83	0.007	0.012	0.00	1.31	0.23	0.00	0.003	10.5	2.5	8.3	酸化物系介在物	0.055	0.055
19	0.68	1.25	1.22	0.011	0.009	0.00	1.16	0.35	0.00	0.003	10.5	2.2	12.7	表面	0.102	0.105

※: 残留はFe及び不可避の不純物

表 1 及び図 1 より明らかなように、実験例 1 2 ～ 1 4 及び 1 6 ～ 1 7 は S i 及び C r の少なくとも一方が不足しているため疲労寿命が短い。実験例 1 5 及び 1 8 ～ 1 9 に示すように、S i 及び C r を所定量以上添加すると、先の実験例 1 2 ～ 1 4 及び 1 6 ～ 1 7 に比べれば疲労寿命の改善が認められるものの、例えば実験例 1 8 では酸化物系介在物を起点とする破壊（疲労限以下の破壊）が生じており、さらなる疲労寿命の向上が求められる。

これらに対して実験例 1 ～ 1 1 によれば、S i 及び C r が所定量以上添加されており、しかも S i ・ C r バランスが適切に設定されているため、疲労寿命が確実に著しく向上し、耐へたり性も改善されている。特に実験例 1、3 ～ 6、8、及び 1 0 ～ 1 1 では、実験例 2、7、9 よりも C r が多く添加されており、窒化後の耐へたり性も改善されている。

産業上の利用可能性

本発明の鋼を用いれば、上記のようにしてばねとしたときに、耐へたり性と、疲労特性の両方を確実に向上することができる。

請 求 の 範 囲

1. C : 0.5 ~ 0.8 % (質量%の意、以下同じ)、
Si : 1.2 ~ 2.5 %、
Mn : 0.2 ~ 1.5 %、
Cr : 1.0 ~ 4.0 %、
V : 0.5 %以下 (0 %を含む)、
P : 0.02 %以下 (0 %を含まない)、
S : 0.02 %以下 (0 %を含まない)、
Al : 0.05 %以下 (0 %を含まない)

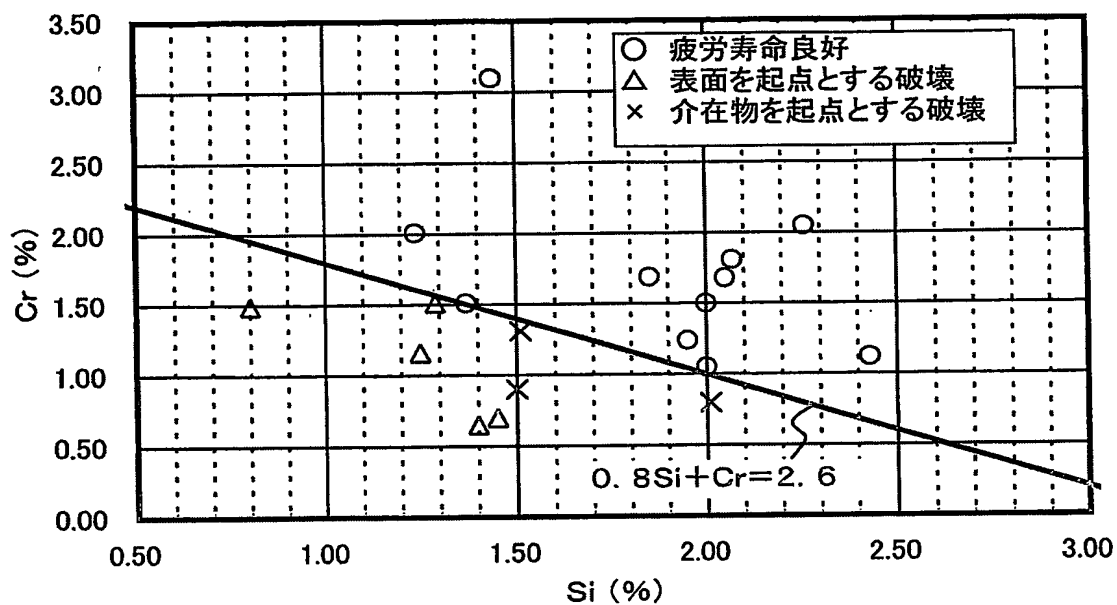
を含有し、残部はFe及び不可避免的不純物からなり、
前記Si含有量及びCr含有量はさらに下記式(1)を満足するものである耐へたり性及び疲労特性に優れたばね用鋼。

$$0.8 \times [\text{Si}] + [\text{Cr}] \geq 2.6 \quad \dots (1)$$

(式中、[Si]、[Cr]はそれぞれSi含有量(質量%)及びCr含有量(質量%)を示す)

2. Mnが0.5 %以上である請求項1に記載のばね用鋼。
3. Crが1.3 %以上である請求項1に記載のばね用鋼。
4. さらにNi : 0.5 %以下 (0 %を含まない) 及びMo : 0.4 %以下 (0 %を含まない) から選択された少なくとも一種を含有する請求項1に記載のばね用鋼。

図 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C22C38/00, C22C38/34, C22C38/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C22C38/00, C22C38/34, C22C38/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-212665 A (NIPPON STEEL CORP.), 31 July, 2002 (31.07.02), Full text (Family: none)	1-3 4
X A	US 6338763 B1 (NIPPON STEEL CORP.), 15 January, 2002 (15.01.02), Full text & FR 2784119 A1 & DE 19947393 A1 & JP 2000-169937 A	1, 3, 4 2
X A	US 5508002 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO), 16 April, 1996 (16.04.96), Full text & EP 657557 B1 & JP 2932943 B2	4 1-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 June, 2004 (09.06.04)

Date of mailing of the international search report

22 June, 2004 (22.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004181

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2003/24610 A1 (Nobuhiko IBARAKI), 06 February, 2003 (06.02.03), Full text & EP 1347072 A1 & JP 2002-180199 A	4 1-3
X A	JP 8-170152 A (Kobe Steel, Ltd.), 02 July, 1996 (02.07.96), Full text (Family: none)	4 1-3
X A	JP 2650225 B2 (Daido Steel Co., Ltd.), 03 September, 1997 (03.09.97), Full text (Family: none)	4 1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C38/00, C22C38/34, C22C38/46

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C38/00, C22C38/34, C22C38/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2002-212665 A (株式会社神戸製鋼所) 2002. 07. 31, 全文 (ファミリーなし)	1-3 4
X A	US 6338763 B1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 2002. 01. 15, 全文 & FR 2784119 A1 & DE 19947393 A1 & JP 2000-169937 A	1, 3, 4 2

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 06. 2004

国際調査報告の発送日

22. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 正紀

4 K

3 2 3 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	US 5508002 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 1996. 04. 16, 全文 & EP 657557 B1 & JP 2932943 B2	4 1-3
X A	US 2003/24610 A1 (Nobuhiko IBARAKI) 2003. 02. 06, 全文 & EP 1347072 A1 & JP 2002-180199 A	4 1-3
X A	JP 8-170152 A (株式会社神戸製鋼所) 1996. 07. 02, 全文 (ファミリーなし)	4 1-3
X A	JP 2650225 B2 (大同特殊鋼株式会社) 1997. 09. 03, 全文 (ファミリーなし)	4 1-3